

REGIONE SICILIANA
COMUNE DI LICATA
PROVINCIA DI AGRIGENTO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN
IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 28.315 KWP
DENOMINATO “GRAFITE LICATA”

**RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA
PRELIMINARE**

Il Committente
PACIFICO GRAFITE S.r.l.



Il Geologo
Dott. Paolo Rizzo

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Paolo Rizzo", written over a horizontal line.

Data 13/12/2021

REGIONE SICILIANA
COMUNE DI LICATA
PROVINCIA DI AGRIGENTO

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO
FOTOVOLTAICO DA 28.315 KWP DENOMINATO
“GRAFITE LICATA”**

RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA PRELIMINARE

1.	<u>PREMESSA</u>	4
2.	<u>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO</u>	6
3.	<u>RELAZIONE GEOLOGICA</u>	
3.1	Geomorfologia	10
3.2	Geologia	13
3.3	Idrogeologia	17
4.	<u>RELAZIONE IDROLOGICA</u>	
4.1	Idrologia	19
4.2	Regimazione delle acque	21
4.3	Opere idrauliche	22
4.4	Calcolo delle portate idriche massime	22
4.5	Curva di possibilità pluviometrica	29
4.6	Verifica portata dei fossi di guardia	31

5.	<u>VALUTAZIONE DELLE PERICOLOSITA GEOLOGICHE</u>	36
6.	<u>CONCLUSIONI</u>	43

ALLEGATI

Tavoletta 1:25.000	7
Corografia 1:10.000	8
Stralcio catastale 1:10.000	9
Carta geologica 1:10.000	16
Carta idrologica 1:10.000	20
Carta delle pericolosità e del rischio geomorfologico 1:10.000	38
Carta dei dissesti 1:10.000	39
Carta della pericolosità idraulica esondazione 1:10.000	40
Carta del rischio idraulico esondazione 1:10.000	41
Carta aree esondazione collasso sbarramento Gibesi 1:10.000	42

1. PREMESSA

La presente relazione geologica e idrologica preliminare è stata redatta dallo scrivente Geologo Dott. Paolo Rizzo, iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia nell'Albo sezione A con il n. 1945, a seguito di incarico conferito dalla PACIFICO GRAFITE S.r.l. nella persona del suo legale rappresentante procuratore Ing. Pietro Zarbo, società che intende realizzare un impianto fotovoltaico solare di tipo industriale denominato "Grafite Licata".

Lo studio è stato eseguito in ottemperanza al D.M.LL.PP. 11 marzo 1988 *"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"*, al D.M. 14 gennaio 2008 *"Norme tecniche per le costruzioni"* aggiornato al 17 gennaio 2018 e alla Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 *Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.*

La relazione geologica presenta i risultati ricavati dallo studio condotto con particolare e puntuale attenzione nell'area ove ricadrà l'impianto fotovoltaico.

Lo scopo del presente studio è quello di fornire il supporto geologico per formulare il necessario giudizio preliminare di fattibilità.

In applicazione alle disposizioni di cui al su citato D.M.LL.PP. 11/03/1988, D.M. 14 gennaio 2008 aggiornato al 17 gennaio 2018 e Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 lo studio è stato condotto secondo le seguenti fasi esplicative:

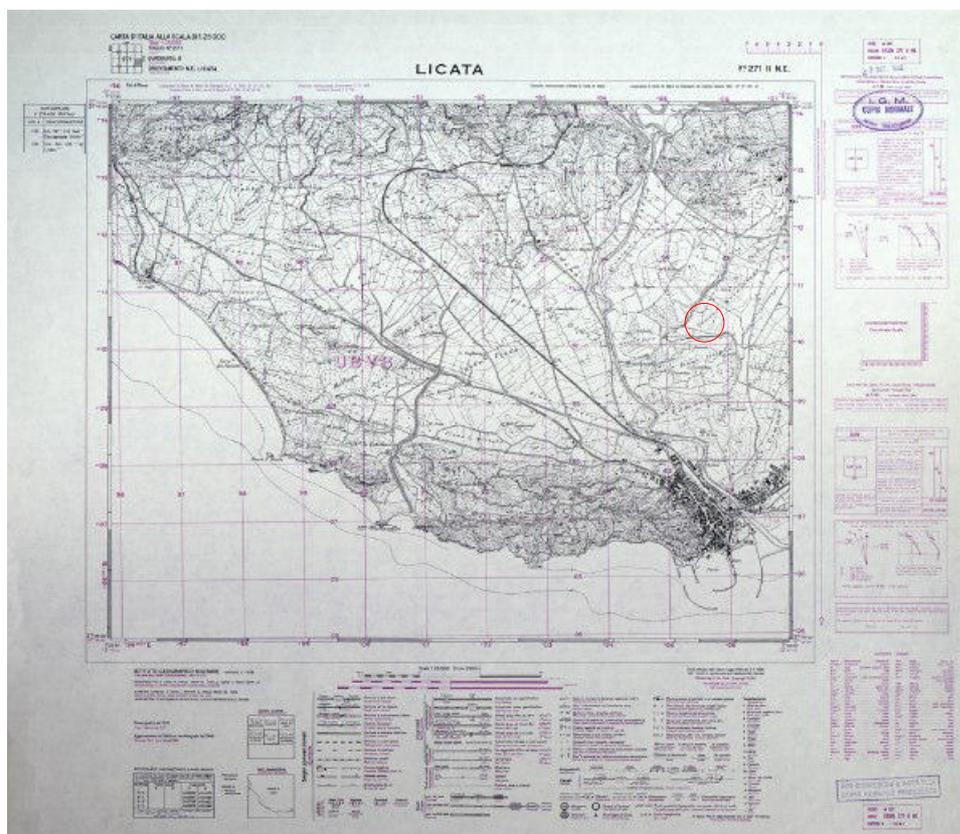
- ricognizione di superficie dell'area interessata, e di un contorno ritenuto sufficientemente significativo;
- studio cartografico, con particolare attenzione agli aspetti morfologici dell'area;
- esame delle condizioni geomorfologiche con lo scopo di individuare l'attuale stato idrogeologico naturale dei terreni;
- determinazione della litostratigrafia dell'area interessata dall'intervento;
- esame delle condizioni idrologiche con lo scopo di definire le opere necessarie e compensative per la regimazione delle acque;
- valutazione delle pericolosità geologiche attraverso osservazioni, rilievi ed esame del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (072), area territoriale tra il Bacino Idrografico del F. Palma e il Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (071).

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

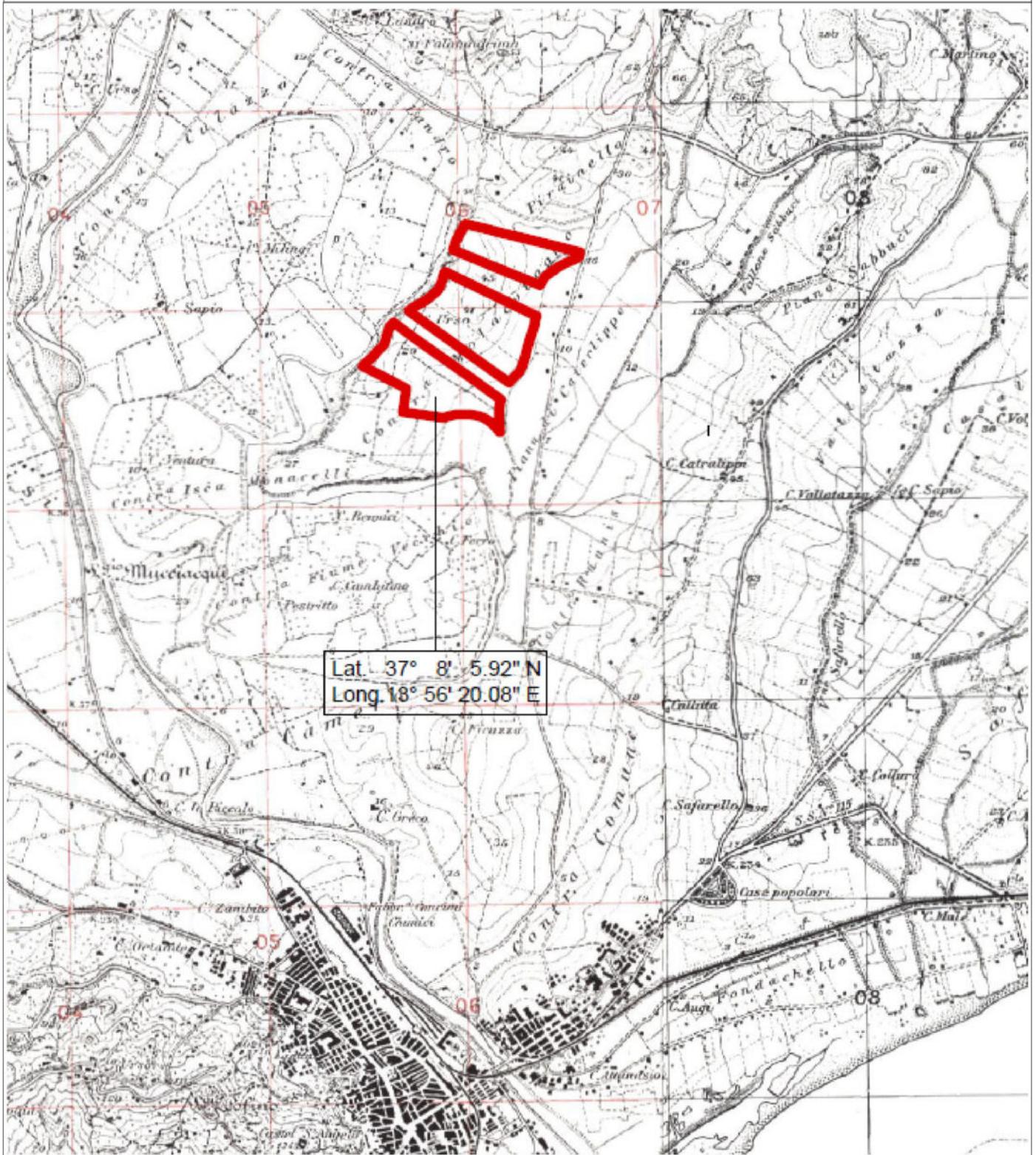
L'area ove ricadrà l'impianto fotovoltaico, si trova nel territorio del Comune di Licata (AG) fuori dal centro urbano, in contrada Molacotogno, alle coordinate Lat. 37,13653 Long. 13,938897 ed ha un'estensione complessiva di 432.753 mq.

E' censita al Catasto del Comune di Licata al Foglio 82 part. 68,42, 67, 41, 66, 40, 63, 37, 62, 36, 60, 209, 210, 211, 61, 212, 35, 34, 262, 264, 261, 204, 205, 206, 58, 263, 32, 207, 208, 55, 29, 54, 1, 52, 53, 71, 44, 45, 47, 5, 213.

Cartograficamente risulta individuata nella tavoletta I.G.M. della Carta d'Italia denominata: "Licata" Foglio 271 II quadrante N.E..



COMUNE DI LICATA



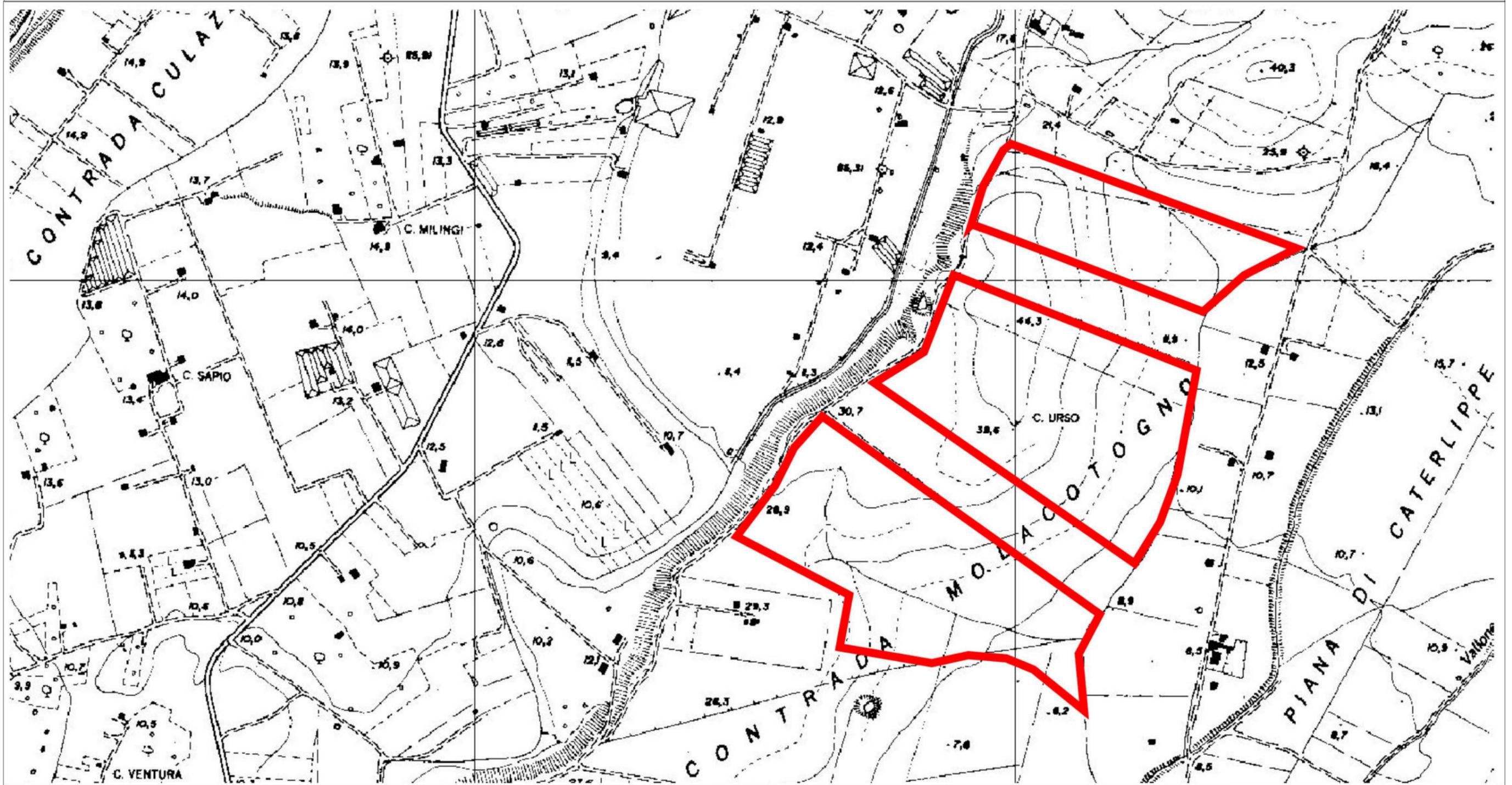
Aree impianto

TAVOLETTA

SCALA 1:25.000



COMUNE DI LICATA

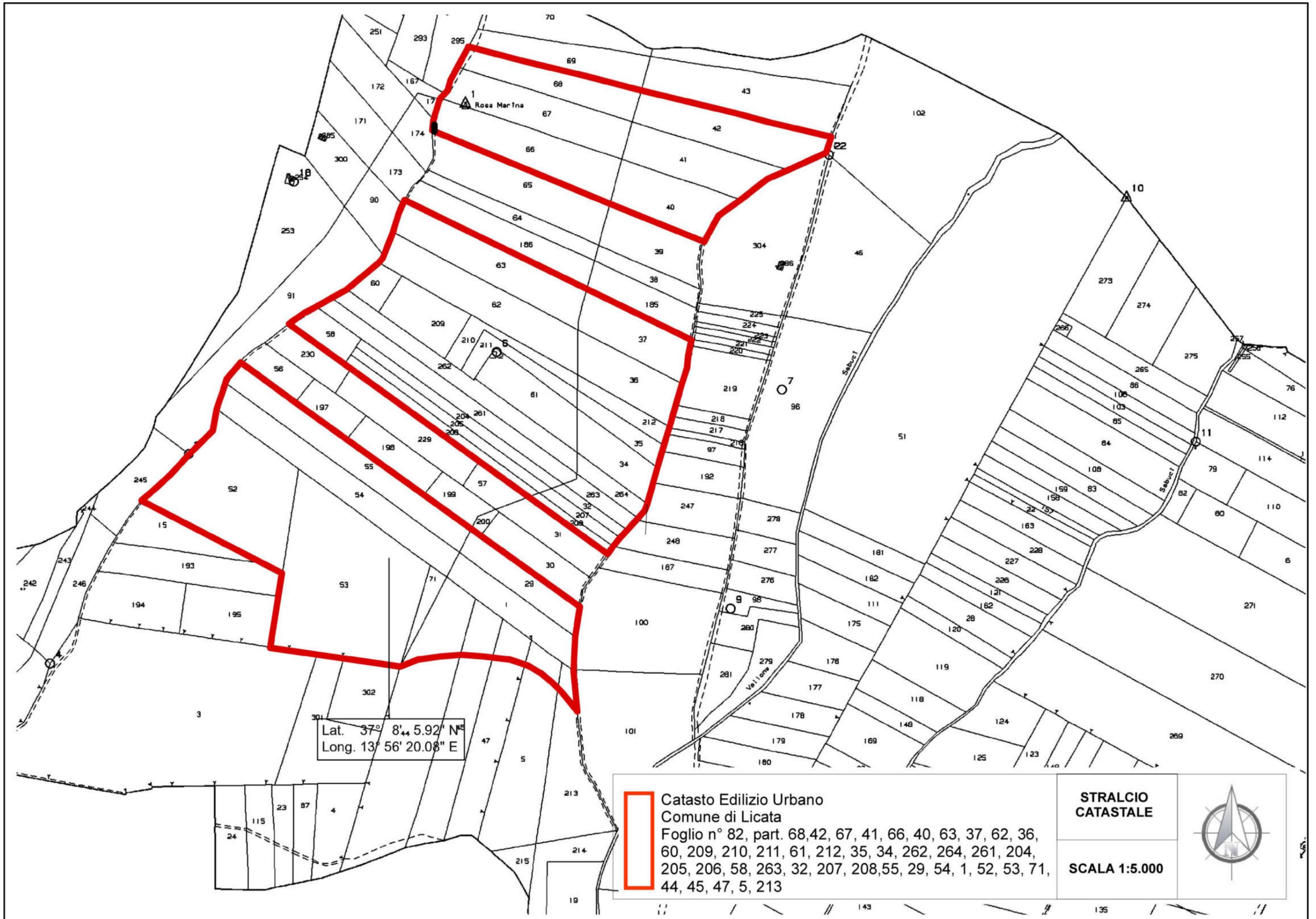


 Aree impianto

COROGRAFIA

SCALA 1:10.000





Lat. 37° 8' 44.592" N
 Long. 13° 56' 20.08" E

Catasto Edilizio Urbano
 Comune di Licata
 Foglio n° 82, part. 68,42, 67, 41, 66, 40, 63, 37, 62, 36,
 60, 209, 210, 211, 61, 212, 35, 34, 262, 264, 261, 204,
 205, 206, 58, 263, 32, 207, 208,55, 29, 54, 1, 52, 53, 71,
 44, 45, 47, 5, 213

STRALCIO CATATALE	
SCALA 1:5.000	



3. RELAZIONE GEOLOGICA

3.1 GEOMORFOLOGIA

Lo studio dell'inquadramento geomorfologico ha lo scopo di ricavare l'aspetto fisico, morfologico e tettonico, nonché, la natura dei terreni, al fine di verificare la sussistenza delle condizioni naturali presenti e le loro interazioni con l'ambiente circostante, informazioni necessarie per la valutazione di fattibilità.

L'area oggetto di studio si trova in un contesto in leggera pendenza verso Sud-Ovest, caratterizzato da affioramenti eluviali soprastanti le marne e i limi giallastri sabbiosi, seguiti dalle argille grigio azzurre alla base della sequenza stratigrafica. L'area risulta influenzata dalla presenza del fiume Imera Meridionale, conosciuto localmente come fiume Salso, il cui contesto morfologico rientra marginalmente nella piana alluvionale di Licata. Il contesto alluvionale/eluviale appartiene al bacino idrografico del Torrente La Manca e del Vallone Safarello.

L'assetto geomorfologico delle aree interessate dal presente studio, è il risultato ottenuto dall'azione degli agenti morfogenetici naturali e antropici, che hanno di fatto modellato le strutture geologiche presenti in stretta relazione alle caratteristiche meccaniche.

Infatti, il territorio rilevato presenta una conformazione fisica strettamente dipendente e connessa alla natura dei terreni di costituzione. Il tema dominante resta quello di un paesaggio marnoso, tipicamente modellato, in cui le azioni morfologiche di tipo esogeno

risultano, in relazione alla facile erodibilità, particolarmente efficaci e non presenta allo stato attuale l'esistenza di processi morfodinamici in atto o agenti geodinamici che possano turbare le condizioni di equilibrio rilevato.

La differente coerenza dei termini litoidi influenza l'azione esogena, che agisce selettivamente sui terreni in affioramento.

Il risultato morfologico ottenuto è conseguente della diversa erodibilità degli affioramenti, si ha, infatti, una maggiore azione incisiva nei terreni meno compatti con successiva azione di trasporto del solido, e una minore azione esogena in corrispondenza dei termini più compatti.

Il sito dal punto di vista morfologico si colloca in un contesto pianeggiante, la morfologia prevalente è quella di una piana alluvionale che si sviluppa con asse prevalente orientato in direzione Est – Ovest e le cui proprietà litologiche sono strettamente correlate alla presenza del Fiume Imera Meridionale (fiume Salso), e rappresenta il nucleo di una sinclinale, i cui fianchi sono il complesso collinare con la massima espressione altimetrica di Monte Sole, a sud, e il complesso collinare di Monte S. Oliva, Monte Petrulla ed altri a nord.

I complessi collinari più a Nord ed a sud-ovest dell'area di studio sono caratterizzati da formazioni appartenenti alla serie gessoso-solfifera prevalentemente rappresentati da Calcari marnosi (Trubi), Gessi, e Calcari (Calcere di Base).

L'area interessata dall'impianto fotovoltaico si trova ad una quota media di circa 18,00 m.s.l.m. ed è ubicata in un contesto in leggerissima pendenza verso sud-ovest. Dal punto di vista morfologico non sono presenti evidenti tracce di dissesti attivi.

3.2 GEOLOGIA

La geologia di Licata è caratterizzata dai bacini di formazione dei complessi terziari afferenti alla Serie “Gessoso-Solfifera”, tema dominante e dalle argille di base poste immediatamente al di sotto. In Sicilia occidentale ed orientale affiorano i depositi terrigeni Serravalliano-Tortoniani prevalentemente argillosi e marnosi, che ricoprono in paraconcordanza la porzione del Miocene inferiore delle successioni Trapanese-Saccense e Sicana, o in discordanza le successioni deformate Panormide e Imerese e le falde del Flysch Numidico e le Sicilidi.

Questa unità marnoso-sabbiosa è ricoperta in discordanza da conglomerati poligenici giallo-rossastri, arenarie argillose e marne (Formazione Terravecchia, Tortoniano sup.- Messiniano inf.).

Grandi corpi di calcari di scogliera corallina del Messiniano inferiore poggiano su un substrato sabbioso eroso della Formazione Terravecchia.

Evaporiti messiniane giacciono su una superficie di erosione che taglia gli strati sottostanti. La successione evaporitica messiniana è prevalentemente erosa nelle aree settentrionali, affiora estesamente nelle aree meridionali ed orientali. Le evaporiti sono ricoperte in discordanza dalla ben nota Formazione Trubi che è caratterizzata da livelli alternati di marne e calcari.

Uno spesso cuneo sedimentario di rocce prevalentemente clastico-carbonatiche ricopre i trubi sia in Sicilia occidentale che orientale. Argilliti sabbiose e carbonati di mare basso del Pliocene sup.- Pleistocene sup. ricoprono le aree occidentali e orientali.

Le unità più alte nella pila tettonica sono i terreni del Flysch Numidico apparentemente scollati dal substrato imerese.

Questi corpi terrigeni continuano verso sud ispessendosi notevolmente in un cuneo che coinvolge, in ripetute imbricazioni, anche i terreni sicilidi e le coperture mioceniche e plioceniche, indicando nel Pliocene inferiore-medio l'età di messa in posto dell'intero corpo che nelle regioni più meridionali è conosciuto come Falda di Gela.

La Falda di Gela sovrascorre i suoi sedimenti marini di avampaese del Pliocene superiore. Il suo fronte sommerso si assottiglia nell'offshore della Sicilia meridionale. Il cuneo alloctono è costituito da unità Sicilidi del Cretaceo - Eocene, Flysch Numidico miocenico e rocce clastiche, evaporitiche e carbonatico-marnose del Miocene inf. - Pleistocene inf. piegate e fagliate. La formazione della Falda di Gela ebbe inizio nel Pliocene medio e fu attiva fino al Pleistocene medio, come provato dai depositi di 0,8 Ma coinvolti nella deformazione.

Nell'area interessata dall'impianto fotovoltaico, al fine di ricostruire la locale serie litostratigrafica, in modo da accertare lo spessore del suolo di copertura e definire le caratteristiche strutturali e giaciture, sono state condotte delle ricognizioni di campagna che hanno interessato un contorno ritenuto sufficientemente significativo.

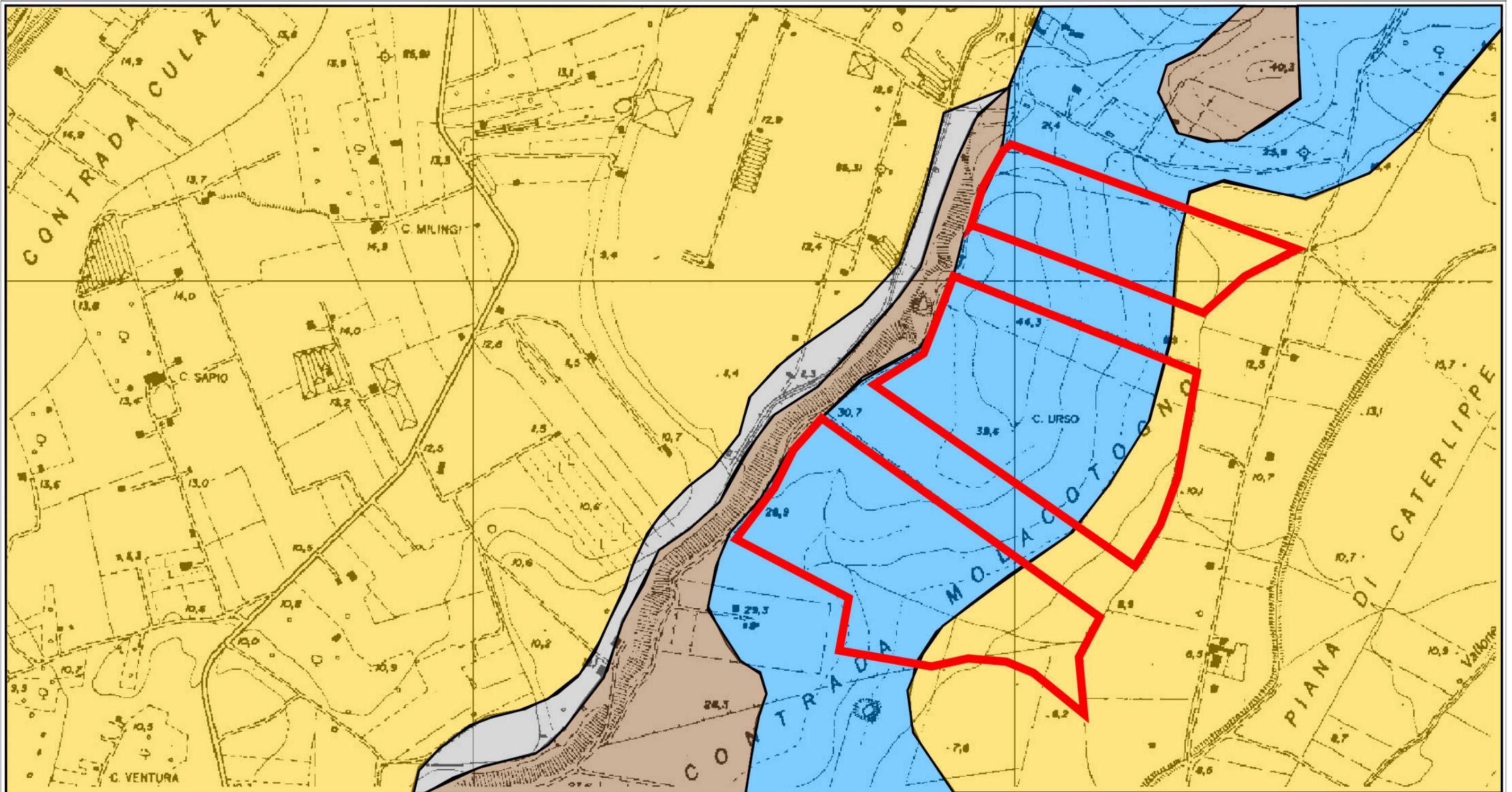
Gli affioramenti rilevati sono stati raggruppati in termini litologici il più possibile omogenei, rappresentativi degli aspetti d'insieme.

La diversificazione dell'assetto geomorfologico, così come precedentemente descritto, quale risultato ottenuto dall'azione degli agenti morfogenetici atmosferici, che hanno modellato le strutture geologiche presenti, in stretta relazione alle caratteristiche meccaniche, appare evidente

in considerazione del fatto che la stratigrafica affiorante è rappresentata dall'alto verso il basso è di seguito riportata.

- Copertura agraria, costituita da materiali fortemente alterati e rimaneggiati, frammentati a livelli terrosi.
- Affioramenti alluvionali recenti (Olocene), di spessore variabile, talvolta terrazzati con grado di permeabilità medio localizzato formati da limi, sabbie, ghiaie e ciottoli con percentuali variabili con caratteristiche idrogeologiche molto eterogenee.
- Depositi fluviali antichi collegabili con l'idrografia attuale, con permeabilità media bassa.
- Marne e argille giallastre a volte anche sabbiose, si presentano con una granulometria molto eterogenea, (sabbia, limi, argilla) generalmente il passaggio alla formazione sottostante è molto graduale individuando alternanze di venature appartenenti alla litologia sottostante, dal punto di vista idrogeologico sono impermeabili.

COMUNE DI LICATA



 Alluvioni (Attuali e recenti)
 Diatomiti (Messiniano)

 Alluvioni terrazzate (Olocene)
 Marne (Pleistocene)

 Aree impianto

CARTA
GEOLOGICA
SCALA 1:10.000



3.3 IDROGEOLOGIA

Sulla base di una valutazione qualitativa relativa agli aspetti macroscopici della granulometria, tessitura e stato di addensamento si è proceduto alla stima del tipo e del grado di permeabilità dei litotipi interessati.

Il drenaggio di superficie del territorio interessato viene espletato da una rete idrografica di forma dendritica.

Le linee principali di impluvio, che nel contesto dell'ambito di studio sono rappresentate dal vallone torrentizio confinante a Nord/Ovest e dai suoi immissari, denotano il loro carattere di corsi d'acqua del tutto precario connesso strettamente alle piovosità.

L'esame morfometrico dei bacini presenti manifesta un'elevata frequenza dei bassi ordini cui segue una modesta densità di drenaggio.

L'erosione che gli impluvi esercitano, viene favorita sia dalla natura geologica degli affioramenti, sia dall'assenza di vegetazione arborea, praticandosi sui suoli prevalentemente colture seminatrici semplici con sporadiche alberature, e la serricoltura.

L'andamento piano - altimetrico delle strutture favorisce il trasporto verso valle delle acque meteoriche che esercitano col tempo il loro potere di dissoluzione sui suoli di impatto e su cui scorrono. Tali

fenomeni caratterizzano l'evoluzione geomorfologica dinamica del territorio.

4. RELAZIONE IDROLOGICA

4.1 IDROLOGIA

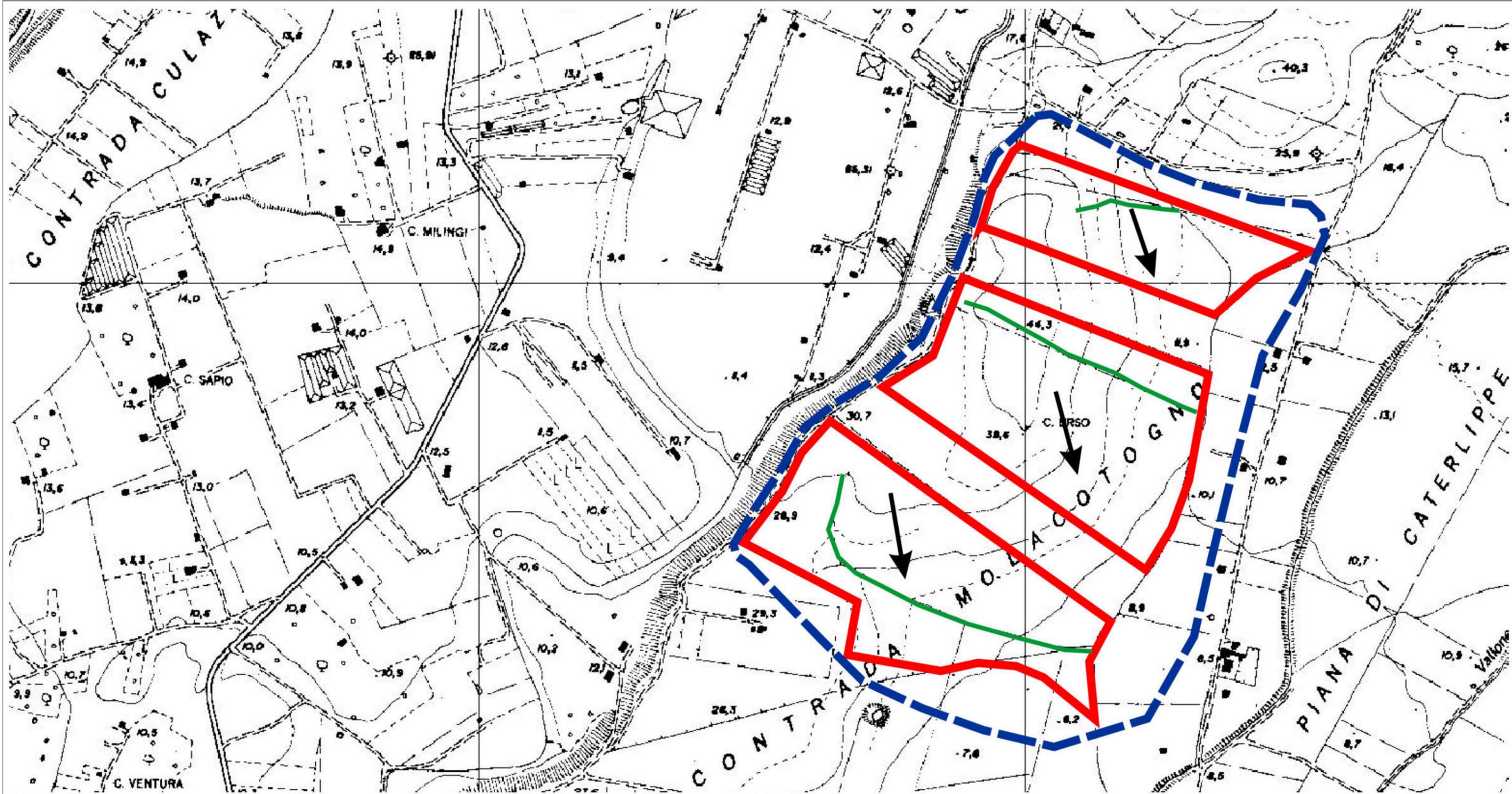
La rete idrografica dell'area di interesse ha un pattern dendritico e risulta abbastanza sviluppata, con incisioni più o meno accentuate in funzione dell'acclività dei terreni, della natura dei terreni affioranti, della mancanza di opere di regimazione, della copertura vegetale dei suoli. Il bacino idrografico di pertinenza in cui si ricade è quello del fiume Imera Meridionale, conosciuto localmente come fiume Salso.

Il reticolo idrografico esercita un'azione erosiva in corrispondenza di affioramenti argillosi e argillo – marnosi.

Dal punto di vista climatico le aree di interesse sono caratterizzate da un clima temperato caldo con notevole variazione termica tra il mese più caldo e quello più piovoso. Le escursioni termiche risultano massime in inverno e minime nel periodo estivo.

Il regime pluviometrico è del tipo "Oceanico", tipico della Sicilia, essendo caratterizzato da precipitazioni massime in inverno e minime nel periodo estivo.

COMUNE DI LICATA



 Bacino idrografico
 Impluvio

 Aree impianto

CARTA
IDROLOGICA

SCALA 1:10.000



4.2 REGIMAZIONE DELLE ACQUE

Nelle aree interessate dall'impianto fotovoltaico, dovranno essere previsti degli interventi per la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche, con sistemi di fossi di guardia, attraversamenti ed opportuni sistemi di recapito che dovranno rispettare l'equilibrio idrogeologico preesistente. Le scelte progettuali dovranno essere condotte in modo tale da avere opere non interferenti sull'esistente reticolo idrografico, recapitando le acque superficiali convogliate dai fossi di guardia presso gli impluvi ed i solchi di erosione naturali.

Bisognerà intercettare ed allontanare tempestivamente le acque di scorrimento superficiale all'interno delle aree interessate, al fine di garantire la vita utile delle eventuali opere civili da realizzare.

La durabilità dell'area di impianto e dell'impianto stesso, dal punto di vista strutturale, dovrà essere garantita da un efficace sistema idraulico di allontanamento e drenaggio delle acque meteoriche.

Gli interventi da realizzare nell'area in esame, dovranno avere i seguenti obiettivi:

1. mantenere le condizioni di equilibrio idrogeologico preesistenti alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico;
2. regimare e controllare le acque che defluiscono lungo la viabilità delle aree di impianto, attraverso la realizzazione di una adeguata rete drenante, volta a proteggere le eventuali opere civili da realizzare.

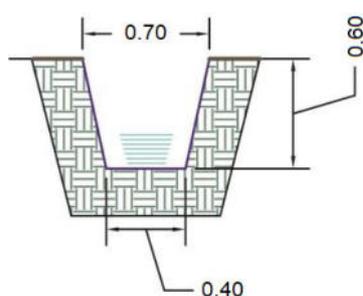
Il tracciato delle opere di regimazione dovrà essere definito a partire dalle caratteristiche plano-altimetriche dell'area, dal layout

dell'impianto fotovoltaico e dal modello del suolo, individuando le vie preferenziali di deflusso, gli impluvi ed i solchi di erosione interferenti con le eventuali opere in progetto.

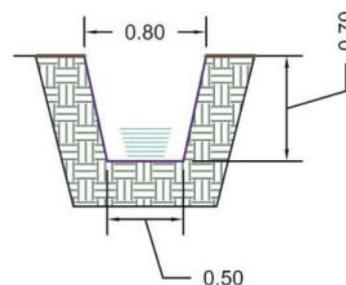
4.3 OPERE IDRAULICHE

Le acque defluenti dall'area di impianto dovranno essere raccolte ed allontanate da opere idrauliche per la regimazione delle acque, consistenti principalmente in canali in terra e/o fossi di guardia che, dovranno essere realizzati intorno e all'interno dell'area dell'impianto, in modo da assicurare la raccolta e l'allontanamento delle acque di scorrimento verso l'impluvio naturale posto più a Sud.

I fossi di guardia e/o canali, così come verificato, dovranno avere le dimensioni di seguito riportate.



Tipo "A"



Tipo "B"

4.4 CALCOLO DELLE PORTATE IDRICHE MASSIME

Per il calcolo delle portate si considerata l'area occupata dall'impianto.

Le portate di progetto sono state calcolate attraverso metodi indiretti che, consentono di determinare le portate massime sulle superfici considerate.

Nello specifico, si è calcolata la portata massima Q_{max} con la formula del Metodo Razionale:

$$Q_{max} = \frac{ch_{(t,T)}S}{3.6t_c}$$

I dati pluviometrici utilizzati sono quelli forniti dalla stazione pluviometrica di Licata.

DATI PLUVIOGRAFICI					
(Precipitazioni di massima intensità registrate al pluviografo su 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive)					
Stazione di : Licata		Numero di osservazioni : N = 15			
Quota (m s.l.m.) : 3					
Anno	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
1987	24,60	28,00	29,60	30,40	31,20
1988	26,00	34,40	44,60	53,80	62,00
1989	17,20	17,20	23,00	31,00	31,00
1990	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00
1991	19,80	40,00	47,80	57,20	61,60
1993	32,40	32,40	32,40	32,40	32,40
1997	28,20	37,60	40,20	51,20	66,40
1999	22,80	25,00	26,20	39,00	56,80
2003	22,00	38,20	40,80	51,60	52,00
2004	18,00	45,00	85,20	112,60	142,00
2008	27,80	50,00	74,80	80,00	80,60
2009	21,00	38,00	52,80	55,60	64,40
2011	27,40	43,40	44,00	44,00	44,80
2012	27,60	44,80	54,20	60,00	65,60
2013	46,00	77,00	81,40	83,40	100,40

**ANALISI STATISTICA DEI DATI PLUVIOGRAFICI
(Metodo di Gumbel)**

Tabella 1 - Valori per ciascuna durata t , della media $\mu(h_t)$, dello scarto quadratico medio $\sigma(h_t)$ e dei due parametri α_t e u_t della legge di Gumbel (prima legge del valore estremo "EV1")

N =	15	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
$\mu(h_t)$		26,52	39,20	47,60	54,61	61,88
$\sigma(h_t)$		7,58	13,41	19,31	22,67	29,39
$\alpha_t = 1,283/\sigma(h_t)$		0,17	0,10	0,07	0,06	0,04
$u_t = \mu(h_t) - 0,45\sigma(h_t)$		23,11	33,16	38,91	44,41	48,65

Tabella 2 - Altezze massime di pioggia regolarizzate (mm)

Tr		t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
10 anni	$h_{max} =$	36,40	56,69	72,78	84,18	100,20
30 anni	$h_{max} =$	43,10	68,55	89,85	104,22	126,18
50 anni	$h_{max} =$	46,15	73,96	97,64	113,37	138,04
100 anni	$h_{max} =$	50,27	81,26	108,15	125,71	154,03
200 anni	$h_{max} =$	54,38	88,53	118,62	138,00	169,96

Tabella 3 -

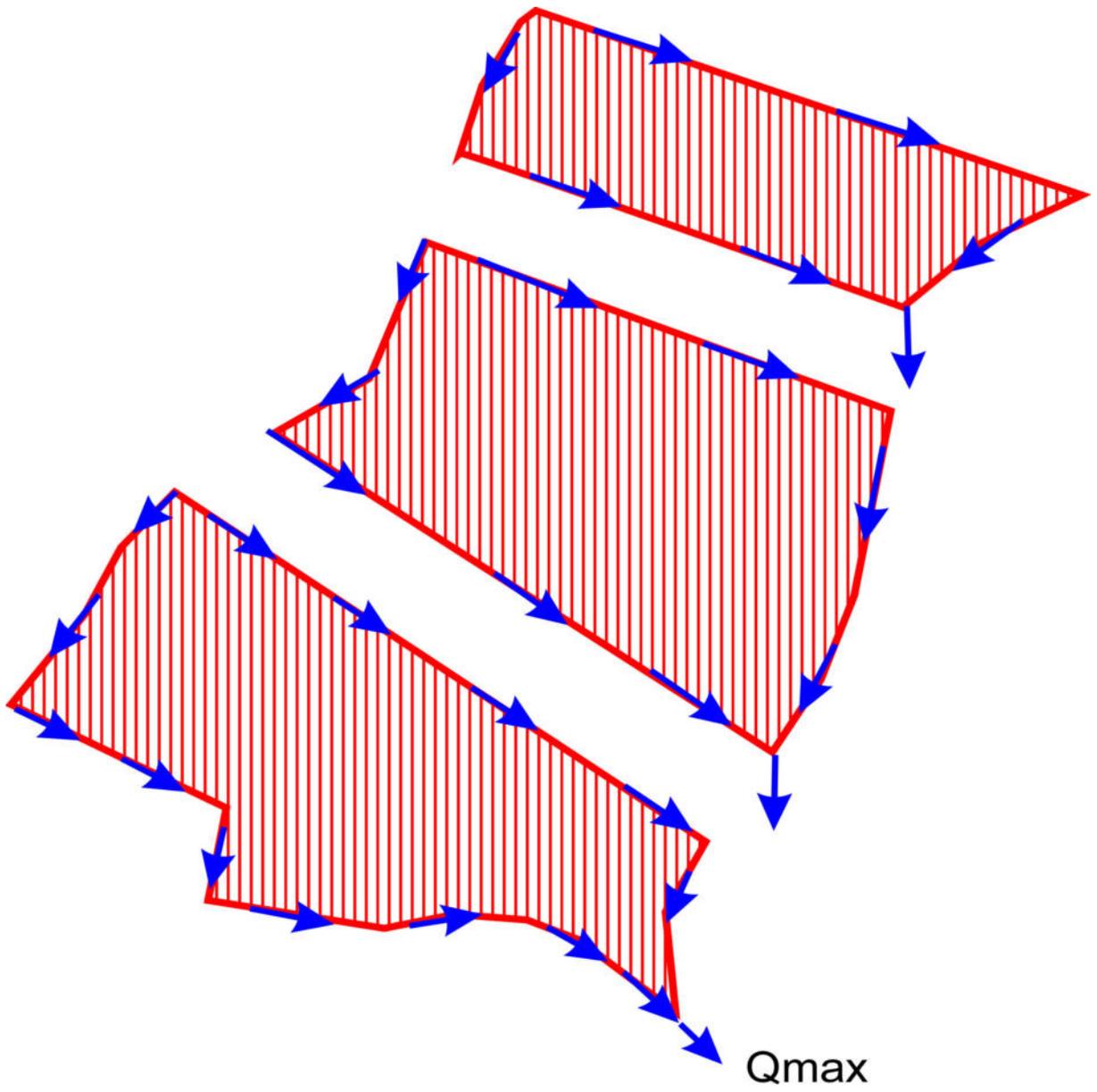
Tr		LEGGE DI PIOGGIA	$h = a \times t^n$
10 anni	→		$h=38,473xt^{0,3168}$
30 anni	→		$h=45,606xt^{0,3359}$
50 anni	→		$h=48,866xt^{0,3425}$
100 anni	→		$h=53,266xt^{0,3499}$
200 anni	→		$h=57,653xt^{0,3561}$

Di seguito il calcolo per ricavare la Q_{max} per il tempo di ritorno di interesse ($T=30$ anni), utilizzata per il dimensionamento del fosso di guardia “Tipo B”. La portata massima ricavata e calcolata in prossimità del punto in cui l’acqua intercettata viene convogliata nell’impluvio naturale posto a Sud dell’impianto.

La superficie del bacino presa in considerazione coincide con l’area dell’impianto.

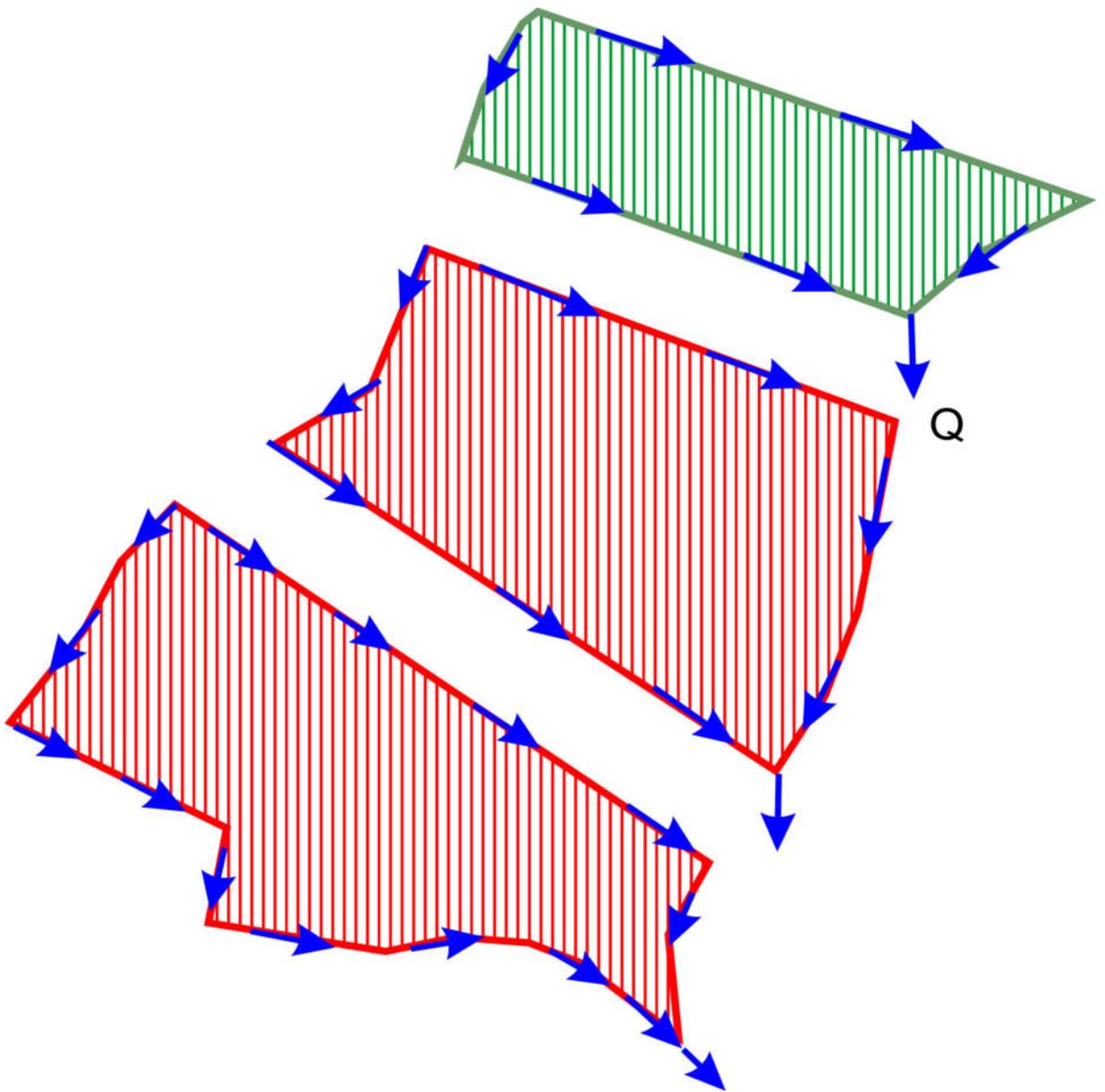
DATI MORFOMETRICI DEL BACINO IDROGRAFICO SOTTESO ALLA SEZIONE DI CHIUSURA CONSIDERATA		TEMPO DI CORRIVAZIONE t_c (ore)
Superficie del Bacino	S = 0,48 Km ²	Giandotti $\Rightarrow t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m - H_0}} = 2,39$
Lunghezza percorso idraulico principale	L = 0,70 Km	
Altitudine max percorso idraulico	H_{max} = 18,00 m (s.l.m.)	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Kirpich, Watt-} \\ \text{Chow, Pezzoli} \end{array} \right. \Rightarrow t_c = 0.02221 \left(\frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8}$
Altitudine min percorso idraulico	H₀ = 10,00 m (s.l.m.)	
Pendenza media percorso idraulico	P = 0,01 (m/m)	
Altitudine max bacino	H_{max} = 18,00 m (s.l.m.)	
Altitudine sezione considerata	H₀ = 10,00 m (s.l.m.)	
Altitudine media bacino	H_m = 14,00 m (s.l.m.)	
Dislivello medio bacino	H_m - H₀ = 4,00 m	

CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO (FORMULA del METODO RAZIONALE)																																					
$Q_{max} = \frac{ch_{(t,T)}S}{3.6t_c}$	con : c = coefficiente di deflusso $h_{(t,T)}$ = altezza critica di pioggia con tempi di ritorno (mm) S = superficie del bacino (km ²) t_c = tempo di corrivazione (ore) $3,6$ = fattore di conversione che permette di ottenere la Q_{max} in m ³ /sec																																				
RISULTATI																																					
<table border="1"> <tr> <td>Deflusso c =</td> <td>0,30</td> <td>S (km²) =</td> <td>0,48</td> <td>t_c (ore) =</td> <td>2,39</td> </tr> </table>		Deflusso c =	0,30	S (km ²) =	0,48	t_c (ore) =	2,39																														
Deflusso c =	0,30	S (km ²) =	0,48	t_c (ore) =	2,39																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tr (anni)</th> <th>a</th> <th>n</th> <th>t_c (ore)</th> <th>h(t,T) (mm)</th> <th>Q_{max} (m³/sec)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>38,4730</td> <td>0,3168</td> <td>2,39</td> <td>50,69</td> <td>0,85</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>45,6056</td> <td>0,3359</td> <td>2,39</td> <td>61,10</td> <td>1,02</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>48,8659</td> <td>0,3425</td> <td>2,39</td> <td>65,84</td> <td>1,10</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>53,2663</td> <td>0,3499</td> <td>2,39</td> <td>72,24</td> <td>1,21</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>57,6530</td> <td>0,3561</td> <td>2,39</td> <td>78,61</td> <td>1,32</td> </tr> </tbody> </table>		Tr (anni)	a	n	t _c (ore)	h(t,T) (mm)	Q _{max} (m ³ /sec)	10	38,4730	0,3168	2,39	50,69	0,85	30	45,6056	0,3359	2,39	61,10	1,02	50	48,8659	0,3425	2,39	65,84	1,10	100	53,2663	0,3499	2,39	72,24	1,21	200	57,6530	0,3561	2,39	78,61	1,32
Tr (anni)	a	n	t _c (ore)	h(t,T) (mm)	Q _{max} (m ³ /sec)																																
10	38,4730	0,3168	2,39	50,69	0,85																																
30	45,6056	0,3359	2,39	61,10	1,02																																
50	48,8659	0,3425	2,39	65,84	1,10																																
100	53,2663	0,3499	2,39	72,24	1,21																																
200	57,6530	0,3561	2,39	78,61	1,32																																



Di seguito il calcolo per ricavare la Q_{max} per il tempo di ritorno di interesse ($T=30$ anni), utilizzata per il dimensionamento del fosso di guardia "Tipo A". La portata massima ricavata e calcolata in corrispondenza della sezione di inserimento più lunga, considerando la superficie parziale dell'area dell'impianto.

DATI MORFOMETRICI DEL BACINO IDROGRAFICO SOTTESO ALLA SEZIONE DI CHIUSURA CONSIDERATA		TEMPO DI CORRIVAZIONE t_c (ore)																																				
Superficie del Bacino	S = 0,15 Km ²	Giandotti $\Rightarrow t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m \cdot H_0}} = 1,14$																																				
Lunghezza percorso idraulico principale	L = 0,18 Km																																					
Altitudine max percorso idraulico	Hmax = 18,00 m (s.l.m.)	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Kirpich, Watt-} \\ \text{Chow, Pezzoli} \end{array} \right. \Rightarrow t_c = 0.02221 \left(\frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8}$																																				
Altitudine min percorso idraulico	H₀ = 14,00 m (s.l.m.)																																					
Pendenza media percorso idraulico	P = 0,02 (m/m)																																					
Altitudine max bacino	Hmax = 18,00 m (s.l.m.)																																					
Altitudine sezione considerata	H₀ = 10,00 m (s.l.m.)																																					
Altitudine media bacino	H_m = 14,00 m (s.l.m.)																																					
Dislivello medio bacino	H_m - H₀ = 4,00 m																																					
CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO (FORMULA del METODO RAZIONALE)																																						
$Q_{max} = \frac{ch_{(t,T)}S}{3.6t_c}$																																						
con : c = coefficiente di deflusso $h_{(t,T)}$ = altezza critica di pioggia con tempi di ritorno (mm) S = superficie del bacino (km ²) t_c = tempo di corrivazione (ore) $3,6$ = fattore di conversione che permette di ottenere la Q_{max} in m ³ /sec																																						
RISULTATI																																						
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>Deflusso c =</td> <td>0,30</td> <td>S (km²) =</td> <td>0,15</td> <td>t_c (ore) =</td> <td>1,14</td> </tr> </table>			Deflusso c =	0,30	S (km ²) =	0,15	t_c (ore) =	1,14																														
Deflusso c =	0,30	S (km ²) =	0,15	t_c (ore) =	1,14																																	
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Tr (anni)</th> <th>a</th> <th>n</th> <th>t_c (ore)</th> <th>h(t,T) (mm)</th> <th>Q_{max} (m³/sec)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>38,4730</td> <td>0,3168</td> <td>1,14</td> <td>40,07</td> <td>0,44</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>45,6056</td> <td>0,3359</td> <td>1,14</td> <td>47,62</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>48,8659</td> <td>0,3425</td> <td>1,14</td> <td>51,06</td> <td>0,56</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>53,2663</td> <td>0,3499</td> <td>1,14</td> <td>55,71</td> <td>0,61</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>57,6530</td> <td>0,3561</td> <td>1,14</td> <td>60,35</td> <td>0,66</td> </tr> </tbody> </table>			Tr (anni)	a	n	t _c (ore)	h(t,T) (mm)	Q _{max} (m ³ /sec)	10	38,4730	0,3168	1,14	40,07	0,44	30	45,6056	0,3359	1,14	47,62	0,52	50	48,8659	0,3425	1,14	51,06	0,56	100	53,2663	0,3499	1,14	55,71	0,61	200	57,6530	0,3561	1,14	60,35	0,66
Tr (anni)	a	n	t _c (ore)	h(t,T) (mm)	Q _{max} (m ³ /sec)																																	
10	38,4730	0,3168	1,14	40,07	0,44																																	
30	45,6056	0,3359	1,14	47,62	0,52																																	
50	48,8659	0,3425	1,14	51,06	0,56																																	
100	53,2663	0,3499	1,14	55,71	0,61																																	
200	57,6530	0,3561	1,14	60,35	0,66																																	

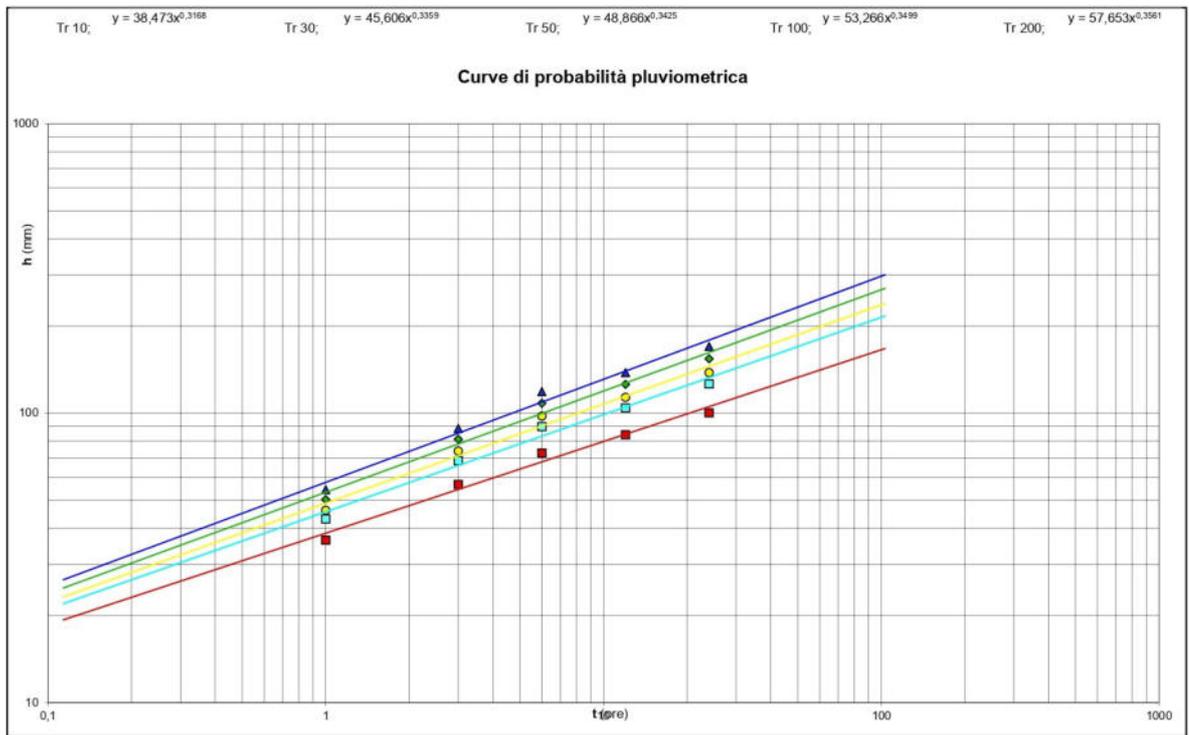


4.5 CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

Per definire la curva di possibilità pluviometrica bisogna disporre di un periodo sufficientemente lungo di osservazioni pluviografiche per una determinata località. Per ognuna delle osservazioni si estrapolano 5 durate (1, 3, 6, 12 e 24 ore), ordinate in N valori in ordine decrescente e rappresentate in un diagramma cartesiano avente in ascissa la durata t (ore) ed in ordinata le altezze di pioggia (mm).

La curva che interpola le altezze maggiori viene denominata curva dei primi casi critici (rappresenta gli eventi di pioggia raggiunti o superati una sola volta nel periodo di osservazione) Tali eventi hanno una frequenza empirica di raggiungimento o superamento pari ad $1/N$. Analogamente è possibile definire le curve dei secondi, terzi ed n-esimi casi critici Tali curve sono denominate curve di possibilità pluviometrica.

Per la determinazione delle curve di probabilità pluviometrica ci si basa sull'analisi delle curve di frequenza cumulata (CDF), costruite per le serie storiche dei massimi annuali delle piogge di durata 1, 3, 6, 12, 24 ore, adattando a ciascuna di esse, attraverso la stima dei parametri, un predefinito modello probabilistico, nel nostro caso Gumbel.



4.6 VERIFICA PORTATA DEI FOSSI DI GUARDIA

Per la verifica della capacità idraulica dei canali e/o fossi di guardia, si prevede ai fini di sicurezza un franco minimo di 5 cm.

Entrambi i calcoli della capacità di smaltimento della sezione idraulica di forma trapezoidale, dei canali e/o fossi di guardia “Tipo A” e “Tipo B”, con le misure indicate hanno verificato.

CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO SEZIONE IDRAULICA DI FORMA TRAPEZOIDALE

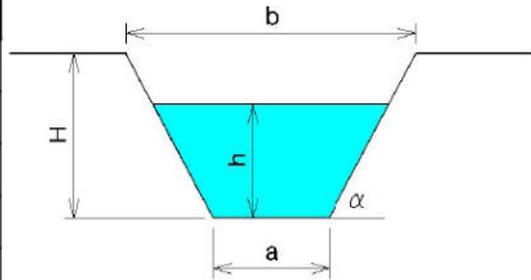
Descrizione: FOSSO E/O CANALE TIPO "B"

Punto di sezione:

CARATTERISTICHE SEZIONE

DATI NOTI (da inserire)

H	⇒	0,70	ALTEZZA [m]
a	⇒	0,50	[m]
b	⇒	0,80	[m]
h	⇒	0,65	[m]
p	⇒	3,0%	Pendenza
m	⇒	0,75	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI

Inclinazione scarpate	α	⇒	77,9 [°]
Contorno bagnato	$Pb = a + 2h / \text{sen } \alpha$	⇒	1,830 [m]
Area di deflusso	$A = h[a + h \text{ tg}(90 - \alpha)]$	⇒	0,4155 [m ²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	0,227 [m]

CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua $h = 0,65$ m

FORMULE (moto uniforme)

Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c\sqrt{Ri, p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100\sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI

c	⇒	38,85
V	⇒	3,21 [m/sec]
Q	⇒	1,333 [m ³ /sec]

$Q > Q_{\max}$ (Tr 30) **Verifica OK**

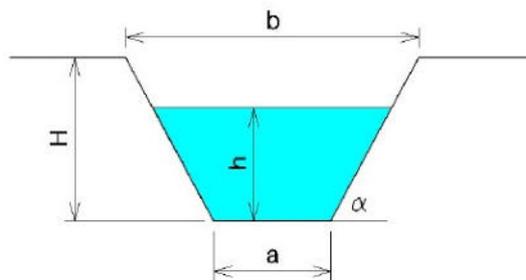
**CAPACITA' DI SMALITIMENTO
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA TRAPEZOIDALE**

CARATTERISTICHE SEZIONE

H	0,70	ALTEZZA [m]
a	0,50	[m]
b	0,80	[m]

p	3,0%	Pendenza
m	0,75	Coeff. di scabrosità di Kutter

h [m]	Q[m ³ /sec]
0,04	0,010
0,07	0,035
0,11	0,071
0,14	0,115
0,18	0,165
0,21	0,222
0,25	0,284
0,28	0,351
0,32	0,422
0,35	0,499
0,39	0,580
0,42	0,665
0,46	0,755
0,49	0,848
0,53	0,947
0,56	1,049
0,60	1,156
0,63	1,267
0,67	1,383
0,70	1,503



h = altezza d'acqua
Q = portata all'altezza d'acqua

Grafico Portata / Altezza



CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO SEZIONE IDRAULICA DI FORMA TRAPEZOIDALE

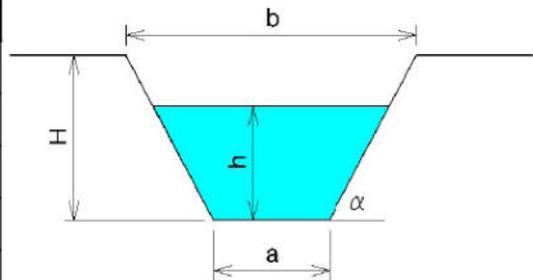
Descrizione: FOSSO E/O CANALE TIPO "A"

Punto di sezione:

CARATTERISTICHE SEZIONE

DATI NOTI (da inserire)

H	⇒	0,60	ALTEZZA [m]
a	⇒	0,40	[m]
b	⇒	0,70	[m]
h	⇒	0,55	[m]
p	⇒	3,0%	Pendenza
m	⇒	0,75	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI

Inclinazione scarpata	α	⇒	76,0 [°]
Contorno bagnato	$Pb = a + 2h / \text{sen } \alpha$	⇒	1,534 [m]
Area di deflusso	$A = h[a + h \text{ tg}(90 - \alpha)]$	⇒	0,2956 [m ²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	0,193 [m]

CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua $h = 0,55$ m

FORMULE (moto uniforme)

Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c\sqrt{Ri, p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100\sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI

c	⇒	36,92
V	⇒	2,81 [m/sec]
Q	⇒	0,830 [m ³ /sec]

$Q > Q_{\text{max}}$ (Tr 30) **Verifica OK**

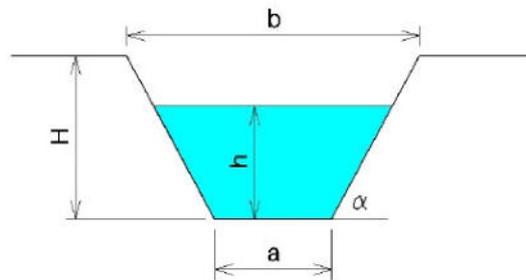
**CAPACITA' DI SMALTIMENTO
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA TRAPEZOIDALE**

CARATTERISTICHE SEZIONE

H	0,60	ALTEZZA [m]
a	0,40	[m]
b	0,70	[m]

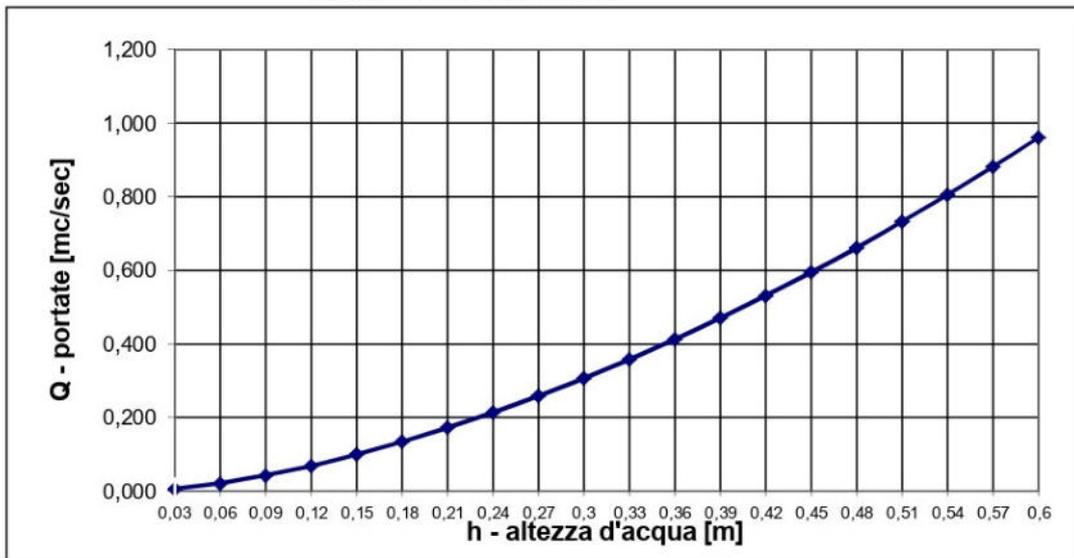
p	3,0%	Pendenza
m	0,75	Coeff. di scabrosità di Kutter

h [m]	Q[m³/sec]
0,03	0,006
0,06	0,021
0,09	0,043
0,12	0,069
0,15	0,100
0,18	0,134
0,21	0,173
0,24	0,214
0,27	0,259
0,30	0,307
0,33	0,358
0,36	0,413
0,39	0,470
0,42	0,531
0,45	0,595
0,48	0,662
0,51	0,732
0,54	0,805
0,57	0,881
0,60	0,961



h = altezza d'acqua
Q = portata all'altezza d'acqua

Grafico Portata / Altezza



5. VALUTAZIONE DELLE PERICOLOSITA' GEOLOGICHE

Per quanto riguarda la pericolosità sismica locale, intesa come la misura dello scuotimento al suolo attesa, in considerazione della classificazione sismica del territorio nazionale dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 2003 e ss.mm.ii. aggiornata con Delibera della Giunta Regionale della Sicilia n. 408 del 19.12.2003, che colloca l'area oggetto di studio in zona sismica di 4^a Categoria (*Zona con pericolosità sismica molto bassa*), si suppone in fase preliminare che, non si realizzino risultati di liquefazione e non si evidenziano effetti.

Considerato quanto ottenuto nello studio fin qui eseguito, la valutazione delle pericolosità geologiche dell'area viene completata mediante l'esame Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (072), area territoriale tra il Bacino Idrografico del F. Palma e il Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (071).

Dalla consultazione delle carte della pericolosità e del rischio geomorfologico n. 76, dei dissesti n. 76, dello scarico ipotetico sbarramento Gibesi n. 76 e della pericolosità idraulica esondazione n. 76 in allegato, si constata che le aree di studio non ricadono all'interno di zone a pericolosità e/o rischio. Mentre, dalla consultazione della carta del rischio idraulico esondazione n. 76, si constata che una porzione

ridotta e marginale dell'area dell'impianto a sud-est presenta un livello di pericolosità media (P2).

REPUBBLICA ITALIANA

Regione Siciliana
Assessorato Territorio e Ambiente
DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E OPESA DEL SUOLO"

**Piano Stralcio di Bacino
per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**

Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (072)
Area territoriale tra il Bacino Idrografico del F. Palma e il
Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (071)

CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL
RISCHIO GEOMORFOLOGICO N° 76

COMUNE DI
LICATA

Scala 1:10.000



Anno 2005

LEGENDA

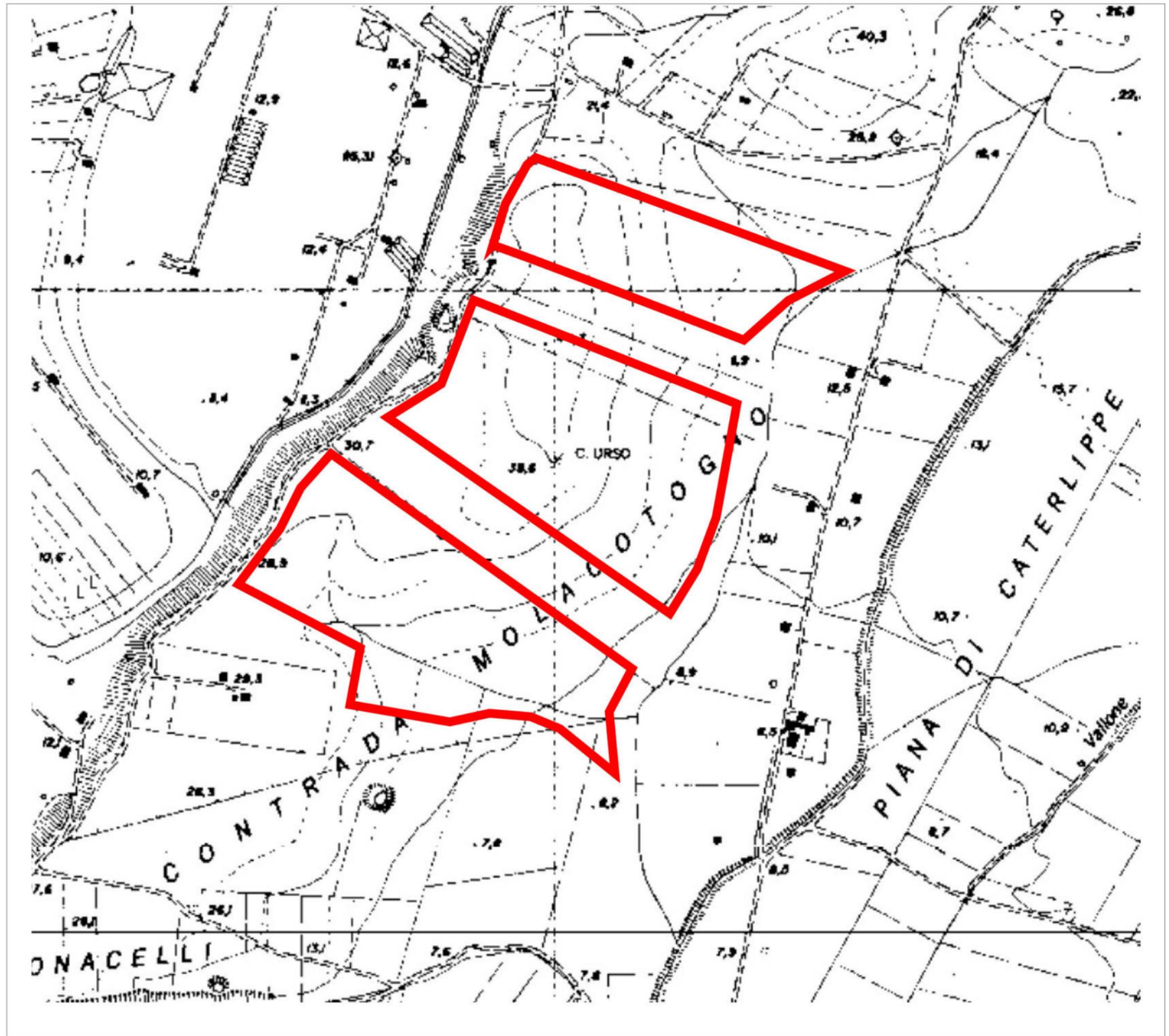
LIVELLI DI PERICOLOSITA'

- P0 basso
- P1 moderato
- P2 medio
- P3 elevato
- P4 molto elevato
- Sito d'attenzione

LIVELLI DI RISCHIO

- R1 moderato
- R2 medio
- R3 elevato
- R4 molto elevato

 Limite bacino idrografico
 Limite dell'area intermedia
 Limite comunale



 Aree impianto

REPUBBLICA ITALIANA

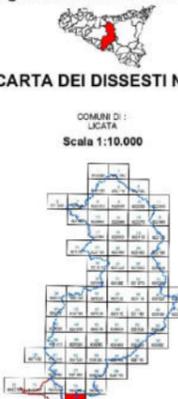
Regione Siciliana
Assessorato Territorio e Ambiente
DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

**Piano Stralcio di Bacino
per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**
(Art. 1, L. 1848 del 28/12/1987, modificata con L. 10/09/1998 e DL 10/04/2001)

Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (072)
Area territoriale tra il Bacino Idrografico del F. Palma e il
Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (071)

CARTA DEI DISSESTI N° 76

COMUNE DI
UCATA
Scala 1:10.000



Anno 2005

LEGENDA

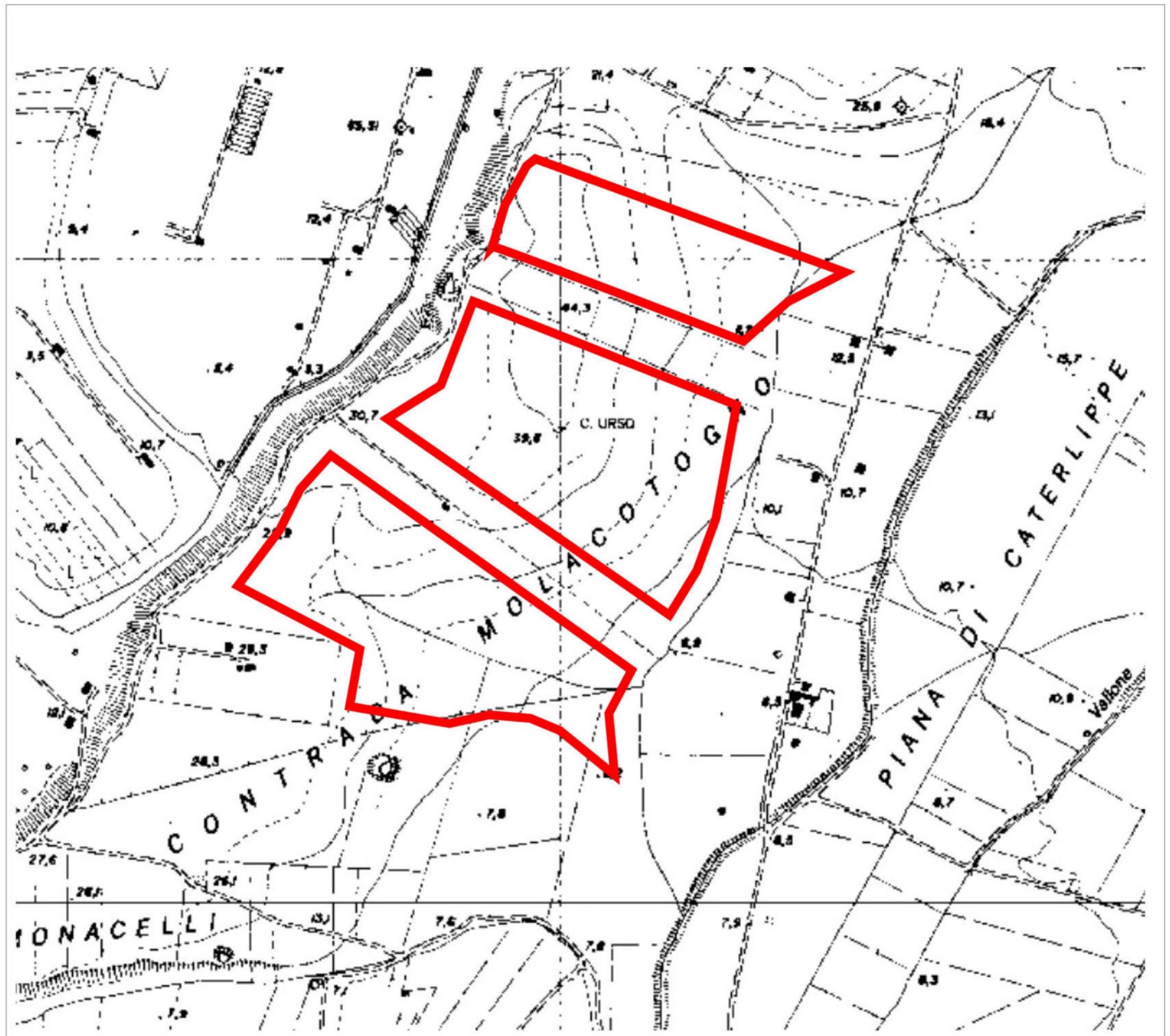
FENOMENI FRANOSI

- Crollo e/o ribaltamento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Scorrimento
- Frana complessa
- Espansione laterale o deformazione gravitativa (DGPV)
- Colamento lento
- Area a franosità diffusa
- Deformazione superficiale lenta
- Calanco
- Dissesti dovuti ad erosione accelerata
- Sito d'attenzione

STATO DI ATTIVITA'

- Attivo
- Inattivo
- Quiescente
- Stabilizzato artificialmente o naturalmente

Limite bacino idrografico
 Limite dell'area intermedia
 Limite comunale



 Aree impianto

REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana
Assessorato Territorio e Ambiente
DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

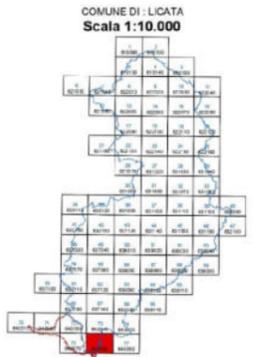
**Piano Stralcio di Bacino
per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**
(ART. 1 D.L. 18/08/08 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L. 26/08/08 e ss. mm. i.)

Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (072)
Area territoriale tra il Bacino Idrografico del F. Palma e il
Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (071)



**CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO
PER FENOMENI DI ESONDAZIONE N° 76**

COMUNE DI LICATA
Scala 1:10.000

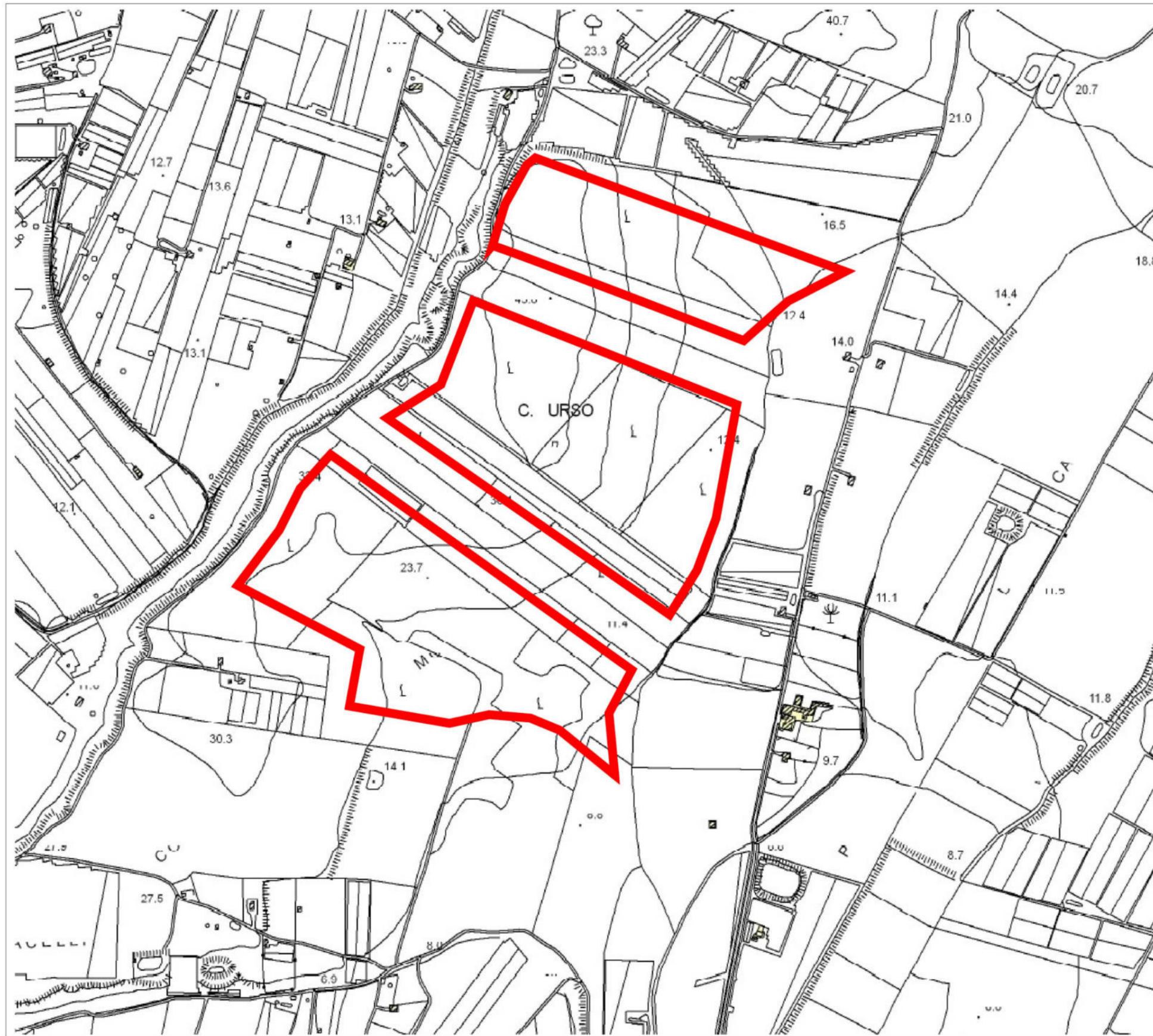


Anno 2005

LEGENDA

-  R1 Rischio moderato
-  R2 Rischio medio
-  R3 Rischio elevato
-  R4 Rischio molto elevato

-  Limite bacino idrografico
-  Limite dell'area intermedia
-  Limite comunale



 Aree impianto

REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana
Assessorato Territorio e Ambiente
DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

**Piano Stralcio di Bacino
per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**
(ART. 1 D.L. 180/98 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L. 267/98 e ss. mm. i.)

Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (072)
Area territoriale tra il Bacino Idrografico del F. Palma e il
Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (071)



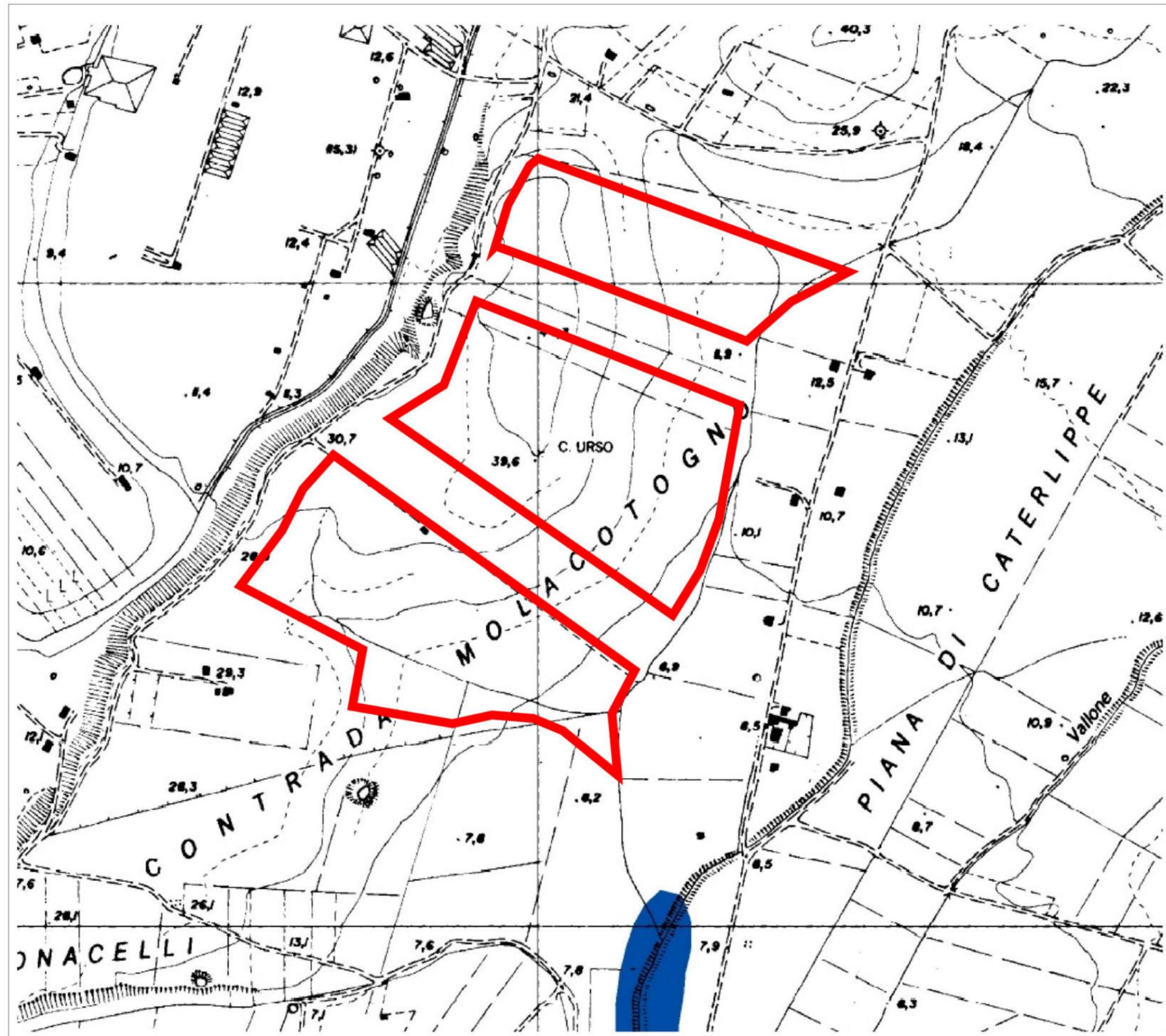
**CARTA DELLE AREE DI ESONDAZIONE
PER MANOVRA DI SCARICO E IPOTETICO
COLLASSO DELLO SBARRAMENTO GIBBESI N° 76**
COMUNE DI LICATA
Scala 1:10.000



Anno 2005

LEGENDA

-  Area di esondazione per manovra degli organi di scarico della sbarramento Gibbesi
-  Area di esondazione per ipotetico collasso dello sbarramento Gibbesi
-  Limite bacino idrografico
-  Limite dell'area intermedia
-  Limite comunale



 Area impianto

6. CONCLUSIONI

Sulla base dei rilievi e dello studio fin qui eseguito, è stato possibile ottenere un quadro preliminare delle locali condizioni dell'assetto geologico, geomorfologico, idrogeologico, idrologico e della pericolosità geologica delle fasce di terreno oggetto di studio, ove ricadrà l'impianto fotovoltaico.

In particolare, le aree interessate dall'impianto "Grafite Licata" risultano caratterizzate da una copertura agraria costituita da materiali fortemente alterati e rimaneggiati, frammisti a livelli terrosi, con al di sotto le marne argillose.

In ambito geomorfologico si colloca in un contesto pianeggiante pressoché regolare, in cui la morfologia prevalente è quella di una piana alluvionale che si sviluppa con asse orientato in direzione Est – Ovest. L'intorno è caratterizzato dalla presenza di forme orientate nella medesima direzione.

In ordine al locale assetto idrogeologico e idrologico, il reticolo idrografico esercita un'azione erosiva in corrispondenza di affioramenti argillosi e argillo – marnosi.

Secondo la classificazione sismica del territorio nazionale dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 2003 e ss.mm.ii. aggiornata con

Delibera della Giunta Regionale della Sicilia n. 408 del 19.12.2003, le aree ricadono in zona sismica di 4^a Categoria.

Per quanto attiene la pericolosità geologica preliminare della zona, nelle aree strettamente interessate dall'impianto fotovoltaico non si riscontrano livelli profondi e rilevanti di instabilità potenziale ed evidente.

L'intervento progettuale dovrà prevedere tutti quegli accorgimenti necessari affinché le opere previste non arrechino disturbo al naturale equilibrio idrogeologico della zona e determinare la regimazione idraulica attraverso la raccolta, l'allontanamento e lo smaltimento delle acque meteoriche e superficiali mediante canali in terra e/o fossi di guardia. Nonché, applicare tutte le opportune cautele in modo da eliminare i fattori di rischio che possono insorgere durante e dopo la realizzazione delle opere previste. Inoltre, prevedere l'utilizzo di paratie, sbadacchiature e quanto altro indispensabile e necessario al sostegno dei terreni, anche durante eventuali operazioni di scavo e movimento terra, nonché, se necessaria, l'adozione di idonee opere di stabilizzazione e consolidamento. Le fondazioni dovranno scaricare i carichi su un substrato il più omogeneo possibile, sotto l'aspetto della risposta geomeccanica alle sollecitazioni indotte dalle strutture, scartando lo spessore della coltre detritico – terrosa, degli strati alterati in modo da raggiungere la formazione consistente. La stratigrafia di dettaglio, la VS_{30} e i parametri geomeccanici dovranno essere puntualmente definiti in fase di progettazione esecutiva.

In conclusione, analizzata la situazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e idrologica esistente, valutate le pericolosità geologiche completate attraverso l'esame le carte del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) ove le aree di studio ricadono, si evince la fattibilità geologica preliminare nel rispetto delle condizioni naturali riscontrate, delle indicazioni e prescrizioni impartite.

Data 13/12/2021



Il Geologo
Dott. Paolo Rizzo

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Paolo Rizzo", written over a horizontal line.